

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-1279

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 S 3/13  
3/11

識別記号

庁内整理番号  
6370-5F  
6370-5F

⑬ 公開 昭和57年(1982)1月6日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 出力安定化Qスイッチレーザ

東京都港区芝五丁目33番1号日  
本電気株式会社内

⑮ 特 願 昭55-74471

⑯ 出 願 人 日本電気株式会社

⑰ 出 願 昭55(1980)6月3日

東京都港区芝5丁目33番1号

⑱ 発 明 者 岸田俊二

⑲ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

1. 発明の名称

出力安定化Qスイッチレーザ

2. 特許請求の範囲

Qスイッチ素子と、該Qスイッチ素子駆動用の電力を供給する電源と、該駆動用電力をスイッチングする高速スイッチとからなるQスイッチ手段と、前記高速スイッチを開いてQスイッチする以前に低出力の予備発振状態を維持するためのレーザロッドの予備励起手段とを含むQスイッチ固体レーザにおいて、さらに光出力の検出器と、前記検出器出力信号から低周波成分をカットするフィルターと、前記フィルターからの出力信号によって前記Qスイッチ素子駆動用の電力を変動するための変調器とからなる付加回路を含み、前記変調器を前記Qスイッチ手段の前記駆動用電力を供給する電源と前記高速スイッチとの間に設置したことを特徴とする出力安定化Qスイッチレーザ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、光パルスの再現性を高めたQスイッチレーザに関する。

固体レーザから高出力なQスイッチ光パルスを得るには、パルス励起法による必要がある。さらにモード同期法を併用すれば、出射光パルスの一層の高出力化と超短化とを図ることができる。高出力で短いQスイッチ光パルスを必要とするレーザ核融合や人工衛星を用いる測距等の大規模システムでは、システム全体の信頼度向上のために、その光源であるQスイッチ光パルスの出力や出射タイミングの再現性を従来以上に高める必要がある。

従来は、比較的安定なQスイッチ光パルスが得られるレーザ発振器としては、カイジンガー(Kuizenga)氏によりオブチャックス・コミュニケーション(Optics Communication)誌第22巻第156頁～160頁に述べられた方式、即ち、能動的なQスイッチングを行う以前に、あらかじめ低出力の安定な連続発振状態(予備発振状態)

を形成して、Qスイッチング直前の反転分布の再現性を高める方式の発振器が知られている。

しかし、この方式には、励起ランプの電流を一定にする以外は特に光出力を一定に保つ積極的な安定化手段が具備されておらず、予備発振状態において外部からレーザ共振器に加えられる熱的、機械的、電気的等の変動により誘起される緩和振動を防ぎ得ない。このような緩和振動は時間的にランダムに生ずるので、Qスイッチング直前にも緩和振動がある有限の確率で生じ、その場合Qスイッチングの初期条件である光子密度と反転分布が、定常値から大きく変動する。ところが、Qスイッチ光パルスの尖頭値は反転分布の初期条件に強く依存し、また、能動的Qスイッチングを開始してから光パルス強度がその尖頭値に達するまでの時間は光子密度と反転密度の両方の初期条件に強く依存するので、Qスイッチング直前に緩和振動を生ずると、Qスイッチ光パルスの出力や出射タイミングの再現性が大きく損なわれる。

従来、上記の予備発振状態のような連続発振状

態における緩和振動抑止には、光出力の増減に比例した共振器損失を負帰還により与える方式が有効ではないかと考えられるが、かような回路を独立に併設すると高価であるうえ、Qスイッチング時の光パルスの成長を押える結果、高いQスイッチ出力が得にくくなるという欠点があった。

本発明の目的は、簡単な構成により、上記方式の予備発振状態での緩和振動を抑止して、Qスイッチ直前の光出力及び反転分布を一定にし、出射Qスイッチパルスの出力及び出射タイミングの再現性を出力を損うことなく高めたレーザを提供することにある。

本発明によれば、Qスイッチ素子と、該Qスイッチ素子駆動用の電力を供給する電源と、該駆動用電力をスイッチングする高速スイッチとからなるQスイッチ手段を備え、かつ該高速スイッチを開いてQスイッチする以前に低出力の予備発振状態を維持するためのレーザロッドの予備励起手段とを備えたQスイッチ固体レーザにおいて、さらに、光出力の検出器と、該検出器出力信号から低

周波成分をカットするフィルターと、該フィルターからの出力信号によって前記Qスイッチ素子駆動用の電力を変調するための変調器とからなる付加回路を具備し、該変調器を前記Qスイッチ手段の前記駆動用電力を供給する電源と、前記高速スイッチとの間に設置したことを特徴とする出力安定化Qスイッチレーザが得られる。

以下図面を用いて本発明の具体的実施例を詳細に説明する。

図は本発明の一実施例の構成図である。Nd:YAGに代表される固体のレーザロッド1が、励起ランプ3により励起され、全反射鏡2と出力鏡2'によりレーザ共振器が構成される。その共振器中に超音波Qスイッチ素子4が挿入されている。通常のQスイッチレーザでは、Qスイッチ素子4の駆動装置は、超音波Qスイッチ素子4の駆動電力発生用RF電源9、及び該RF電源9からQスイッチ素子4へ印加される定常的なRF電力をスイッチングする高速スイッチ10により構成される。本発明においては、さらにレーザの出力に比

例した電気信号により該Qスイッチ素子の駆動電力を変調する変調器8を、該RF電源9と該高速スイッチ10との間に設置する。この変調器としては、具体的には、RF周波数帯で動作するダブル・バランスド・ミキサを用いる。具体的な変調信号は次の付加回路で作られる。レーザ出力の一部を受光する光検出器5の出力信号を増巾器6で適宜増巾し、その出力信号からコンデンサ7により少くとも1KHz以下の低周波成分を除去した交流信号を前記変調器8に加える。なおDCバイアス回路11の電圧により変調器8の動作点が設定される。こうして得た変調信号により、レーザ出力に比例する共振器損失が与えられ、負帰還による出力安定化が図られる。

以上述べた通常のQスイッチ素子駆動回路への付加回路は、前記スイッチ10が閉じているとき即ち共振器損失が高い状態のとき作動可能となるそこで、ランプ3及びランプ電流制御電源12からなる予備励起手段を用いて、共振器損失に対処して高くなっている発振しきい値を越える励起を

行えば、Qスイッチ前に予備発振状態が得られ、付加回路により発振光の出力変動が顕著に抑止され、Qスイッチ直前の出力及び反転分布が格段に安定化される。

前記のカイジナガー氏による方式では、パルス励起時のランプ点灯電流波形は数ms幅の矩形波形となるよう制御されるのが普通である。このとき、該電流波形で決まる定常的な光出力の変化に前記付加回路が応答すると定常発振状態が得られないので、該付加回路の応答周波数のうちから前記の矩形波形のフーリエ成分に対応した少なくとも1KHz以下の低周波成分を除去する必要がある。該付加回路のフィルターを構成するコンデンサー7の容量を、この目的に合わせて選択する。

一方、前記高速スイッチ10が開いて、いわゆるQスイッチング状態になると、光出力の変動を抑制するこの付加回路により生じたループも自動的に同時に開くので、Qスイッチ光パルスの急峻な出力変化が該付加回路により抑制されることはない。

なお、本発明の実施例の構成に本発明の目的を逸脱することなく変更を加えることは当然許される。

例えば、本発明で用いた超音波Qスイッチ素子の代わりにポッケルセルQスイッチ装置を用いることは可能で、その場合、具体的には、図の4はポライザとポッケルセルとの組合せへ、図の8は7,9,10を結ぶ結線へ、図の9は出力抵抗を介した直流高圧電源にそれぞれ変更すれば良く、図の11のバイアス回路は不要となる。

また、本発明の構成はさらに共振器内に能動的なモード同期手段を挿入した場合にも有効に機能し、例えばモード同期時の離調に基づいて生ずる緩和振動の抑止に顕著な効果を示す。

#### 4. 図面の簡単な説明

図は本発明の実施例を示す構成図である。

1……固体のレーザロッド、2……全反射鏡、2'……出力鏡、3……励起ランプ、4……超音波Qスイッチ素子、5……光検出器、6……増巾器

以上述べてきたように、本方式はQスイッチ手段に出力安定化手段を付加回路の形で組み込んだコンパクトを構成になっており、しかも両手段を独立に設置する場合には実現できないいくつかの効果をももたらす。その効果の第1は、Qスイッチ素子及びQスイッチ素子駆動用のRF電源の重複が避けられ、小型化と経済化が図れるうえ、共振器長の短縮によるQスイッチ出力の増大という副次効果も得られる点である。第2は、負帰還による出力安定化手段において通常の動作上必要となるバイアスとしての共振器損失が、本発明ではQスイッチング用の能動的な損失を利用できるため不要となり、出力安定化に伴うQスイッチ出力の減少がない点である。第3の点は、出力安定化用の回路を独立に設置した場合に、その回路の開閉をQスイッチング駆動回路と同時に進行する必要があり、両回路のスイッチングの同期化に工夫が必要であるのに対し、本発明では共通のスイッチを用いているため自動的に同期がとれる有利さがある点である。

7……コンデンサー、8……変調器、9……RF電源、10……高速スイッチ、11……DCバイアス回路、12……ランプ電流制御電源。

代理人 弁理士 内 原 晋

